

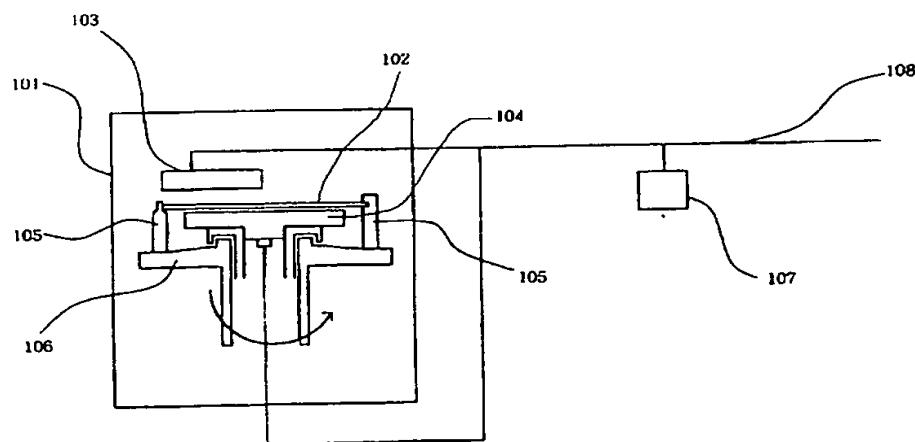
PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

| | | |
|---|--|--|
| (51) 国際特許分類6 H01L 21/304 | A1 | (11) 国際公開番号 WO98/01896 |
| | | (43) 国際公開日 1998年1月15日(15.01.98) |
| (21) 国際出願番号 PCT/JP97/02311 | | |
| (22) 国際出願日 1997年7月3日(03.07.97) | | |
| (30) 優先権データ 特願平8/174005 特願平8/211557 | 1996年7月3日(03.07.96) JP 1996年8月9日(09.08.96) JP | (74) 代理人 弁理士 福森久夫(FUKUMORI, Hisao) 〒102 東京都千代田区九段南4丁目5番11号 富士ビル2F Tokyo, (JP) |
| (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 ウルトラクリーンテクノロジー開発研究所 (ULTRACLEAN TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE)[JP/JP] 〒113 東京都文京区本郷4丁目1番4号 Tokyo, (JP) | | (81) 指定国 JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). |
| (72) 発明者: および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 三木正博(MIKI, Masahiro)[JP/JP] 新田雄久(NITTA, Takahisa)[JP/JP] 〒113 東京都文京区本郷4丁目1番4号 株式会社 ウルトラクリーンテクノロジー開発研究所内 Tokyo, (JP) 原田康之(HARADA, Yasuyuki)[JP/JP] 〒183 東京都府中市府中町2丁目1番14号 京王府中2丁目ビル 株式会社 プレテック内 Tokyo, (JP) | | 添付公開書類 国際調査報告書 |

(54) Title: WASHING APPARATUS AND WASHING METHOD

(54) 発明の名称 洗浄装置及び洗浄方法



(57) Abstract

A washing apparatus and a washing method, which further improve a washing effect and enable highly clean washing with a small amount of chemical. Also, it is an object of the invention to provide a washing apparatus of high throughput involving rapid switching of various chemicals of high responsibility and capable of performing a series of washing operations at high speed. The washing apparatus comprises undiluted cleaning liquid injection means for injecting an undiluted solution or undiluted gas of a cleaning liquid into a ultrapure water channel to make a cleaning liquid of a desired concentration, cleaning liquid supplying means connected to the super demineralized water channel for simultaneously supplying front and rear surfaces of a substrate with a cleaning liquid adjusted to a desired concentration or a ultrapure water, means for superposing ultrasonic wave or high frequency sound waves of 0.5 MHz or more on the substrate through the cleaning liquid, and means for rotating the substrate or means for moving either of the substrate and the cleaning liquid supplying means in one direction, whereby injection of the undiluted solution or undiluted gas into the ultrapure water channel is controlled to continuously perform washing of the substrate by the cleaning liquid and washing by the ultrapure water.

(57) 要約

本発明は、洗浄効果を一層向上させ、少量の薬液でより高清浄な洗浄を可能とする洗浄装置及び洗浄方法を提供することを目的とする。また、高応答性の各種薬液の切り替えが速く、一連の洗浄を高速に行える高スループットの洗浄装置を提供することを目的とする。

超純水流路に洗浄液の原液又は原ガスを注入して所望の濃度の洗浄液とする洗浄原液注入手段と、超純水流路に連結され、所望の濃度に調整された洗浄液又は超純水を基板の表裏両面に同時に供給する洗浄液供給手段と、洗浄液を介して基板に超音波又は0.5 MHz 以上の高周波音波を重畠する手段と、基板を回転させる手段又は基板及び洗浄液供給手段のいずれか1つを一方向に移動させる手段とを有し、超純水流路への原液又は原ガスの注入を制御して、基板の洗浄液による洗浄と超純水による洗浄とを連続して行えることを特徴とする。

参考情報

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に記載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード

| | | | | | | | |
|----|--------------|----|-------------|----|-------------|----|------------|
| AL | アルバニア | ES | スペイン | LR | リベリア | SG | シンガポール |
| AM | アルメニア | FI | フィンランド | LS | レソト | SI | スロヴェニア |
| AT | オーストリア | FR | フランス | LT | リトアニア | SK | スロバキア共和国 |
| AU | オーストラリア | GA | ガボン | LU | ルクセンブルグ | SL | シェラレオネ |
| AZ | アゼルバイジャン | GB | 英国 | LV | ラトヴィア | SN | セネガル |
| BA | ボスニア・ヘルツェゴビナ | GE | グルジア | MC | モナコ | SZ | スリジラント |
| BB | バルバドス | GH | ガーナ | MD | モルドバ共和国 | TD | チード |
| BE | ベルギー | GM | ガンビア | MG | マダガスカル | TC | トーゴ |
| BF | ブルキナ・ファソ | GN | ギニア | MK | マケドニア(旧ユーゴス | TJ | タジキスタン |
| BG | ブルガリア | GR | ギリシャ | | ラヴィア共和国 | TM | トルクメニスタン |
| BI | ベナン | HU | ハンガリー | ML | マリ | TR | トルコ |
| BR | ブラジル | ID | インドネシア | MN | モンゴル | TT | トリニダード・トバゴ |
| BY | ベラルーシ | IE | アイルランド | MR | モーリタニア | UA | ウクライナ |
| CA | カナダ | IL | イスラエル | MW | マラウイ | UG | ウガンダ |
| CF | 中央アフリカ共和国 | IS | アイスランド | MX | メキシコ | US | 米国 |
| CG | コンゴ | IT | イタリア | NE | ニジニエール | UZ | ウズベキスタン |
| CH | スイス | JP | 日本 | NL | オランダ | VN | ヴィエトナム |
| CI | コート・ジボアール | KE | ケニア | NO | ノルウェー | YU | ユーゴスラビア |
| CM | カメルーン | KG | キルギスタン | NZ | ニュージーランド | ZW | ジンバブエ |
| CN | 中国 | KP | 朝鮮民主主義人民共和国 | PL | ボラーランド | | |
| CU | キューバ | KR | 大韓民国 | PT | ボルトガル | | |
| CZ | チェコ共和国 | KZ | カザフスタン | KO | ルーマニア | | |
| DE | ドイツ | LC | セントルシア | RU | ロシア連邦 | | |
| DK | デンマーク | L1 | リヒテンシャウタイン | SD | スウェーデン | | |
| EE | エストニア | LK | スリランカ | SE | スウェーデン | | |

1
明細書

洗浄装置及び洗浄方法

5 技術分野

本発明は、基板の洗浄装置及び洗浄方法に係り、特に、半導体ウエハやLCD用基板を少量の洗浄液で高速洗浄を可能とする超小型洗浄装置に関する。

背景技術

10 半導体製造において、酸化・拡散、エピ成膜、シリサイド形成、薄膜形成、イオン注入、ドライエッティング、さらに各種の熱処理などの前処理／後処理のために、洗浄工程はキープロセスとなっている。全プロセスステップ数に占める洗浄工程数の割合は、全体の約30%を占めて、大量の超純水・薬液の供給設備、調合設備、輸送設備および洗浄設備の占めるクリーンルームの面積は膨大である。さらには、半導体デバイスの高集積化にともない洗浄工程数はますます増加の一途をたどっている。

一方、ウエハの清浄度はますます完全性を求められるとともに、ウエハのサイズは12インチと一層の大型化に向かいつつあり、洗浄の均一性・完全性を確保することはますます困難な課題となりつつある。

液晶表示装置用基盤(LCD)洗浄工程もまた、上記半導体基板洗浄工程の姿と本質的には全く同様であり、共に抜本的改革が必至である。以下の説明には、半導体ウエハとLCDを代表して、主として半導体ウエハの場合を例示して記述することとする。

本発明者らが洗浄工程を検討する中で、従来の半導体基板洗浄工程で用いられる「Job Shop方式」、即ち、工程ステップごとにウエハが洗浄エリアに搬送され、洗浄後に次の工程の処理装置に送られるという方式では、ウエハ移動距離は膨大な長さとなり、ウエハ移動中にその洗浄表面が再び汚染され、より高性能なデバイスの開発を阻害する要因となっていることが分かった。かかる再汚染の問題を解決するためには、洗浄方式を、従来の「Job shop方式」から、各プロセス処理装置に洗浄装置を連結させてそのプロセスでの前処理を行うクローズドマニュファクチャリングの連続処理方式とする必要がある。そのためには、洗浄工程数だけの洗浄装置を配置するのが望ましく、洗浄装置の小型化がポイントとなる。

また、従来の洗浄工程は、ウエハ数10枚単位で洗浄槽に浸漬する「バッチ方式」、即ち、「ウエハ並列洗浄の姿」で行われている。生産性を上げようすると並列するウエハ間隙を狭くせざるを得ず、その結果、ウエハごとの薬液の挿入・排出時間、洗浄液流の均一性の確保は本質的に困難となる。また、常にウエハ裏面によりウエハ表面が汚染の影響5を受けるという欠点がある。さらに、ウエハを順次異なる洗浄液の洗浄槽に移動させる時間や、洗浄槽への薬液の挿入・排出に多くの時間が必要であるという問題もある。

さらに、従来の洗浄工程においては、薬液及び超純水使用量が莫大であるという問題もある。

本発明は、従来の洗浄方式が有する上記問題点を解決することを目的とする。即ち、本10発明の目的は、洗浄効果を一層向上させ、少量の薬液でより高清浄な洗浄を可能とする洗浄装置を提供することにある。

また、高応答性の各種薬液の切り替えが速く、一連の洗浄を高速に行える高スループットの洗浄装置を提供することを目的とする。

さらには、洗浄装置そのものを小型化することを目的とする。

15 さらにまた、本発明は、洗浄効果を一層向上させ、少量の薬液でより高清浄な洗浄を可能とする洗浄方法を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明の洗浄装置は、所望の濃度に調整された洗浄液を基板の表裏両面に同時に供給する洗浄液供給手段と、該洗浄液を介して前記基板に超音波又は0.5 MHz以上の高周波音波を重畳する手段と、前記基板を回転させる手段又は前記基板及び前記洗浄液供給手段のいずれか1つを一方向に移動させる手段とを有し、基板の洗浄液による洗浄を行えることを特徴とする。

本発明の洗浄装置は、超純水流路に洗浄液の原液又は原ガスを注入して所望の濃度の洗25浄液とする洗浄原液注入手段と、前記超純水流路に連結され、所望の濃度に調整された洗浄液又は超純水を基板の表裏両面に同時に供給する洗浄液供給手段と、該洗浄液を介して前記基板に超音波又は0.5 MHz以上の高周波音波を重畳する手段と、前記基板を回転させる手段又は前記基板及び前記洗浄液供給手段のいずれか1つを一方向に移動させる手段とを有し、前記超純水流路への前記原液又は原ガスの注入を制御することにより、基板30の洗浄液による洗浄と超純水による洗浄とを連続して行えること特徴とする。

少なくとも前記基板及び洗浄液供給手段は密閉容器内に配置され、外部雰囲気から遮断された不活性ガスの雰囲気中で基板を洗浄するのが好ましく、脱気処理され溶存ガス種の濃度が制御された超純水を用いるのが好ましい。

前記洗浄液供給手段は、前記基板の中心と外周との間を移動するノズル、あるいは中心から外周方向にわたる線状の固定ノズルを用いて基板の表裏面に同時に洗浄液を供給することを特徴とする。

前記超音波又は0.5MHz以上の高周波音波を重畳する手段は、前記基板の表裏面の一方側あるいは重ならない位置の両面側に配置される前記ノズルに基板方向に超音波を照射する発振子が設置されることを特徴とする。

10 前記超音波又は0.5MHz以上の高周波音波を基板の一方側から照射する場合、前記超音波又は0.5MHz以上の高周波音波の前記基板への入射角度は、前記基板の超音波又は0.5MHz以上の高周波音波の入射側表面とは反対側の表面における音圧が略々最大となるように設定するのが好ましい。

前記洗浄原液注入手段は、前記超純水流路に連結されたポンプ及び洗浄液の原液コンテナ又は原ガスコンテナーとからなり、前記超純水流路に所定量の原液又は原ガスを注入し、所定の濃度の洗浄液として前記ノズルに供給することを特徴とする。

前記ポンプと前記超純水流路との間に、下記(1)及び(2)の関係を満たす形状の細管が配設され、洗浄液の原液が該細管から前記超純水流路内部に噴出されることにより、注入する原液と超純水を瞬間混合させることを特徴とする。

$$20 \quad V/t = (\pi r^4 \cdot P \cdot G) / (8 \eta \cdot L) \quad (1)$$

$$k \cdot c \cdot \pi r^2 / L < 1 \times 10^{-7} \text{ g/sec} \quad (2)$$

(ここで、 V/t : 単位時間当たりの原液注入量 (cm^3/sec)、 r : 細管の半径 (cm)、 L : 細管の長さ (cm)、 η : 液体粘度 ($\text{g}/(\text{cm sec})$)、 P : ポンプ注入圧 (g/cm^2)、 G : 重力の加速度 (cm/sec^2)、 k : 拡散定数 (cm^2/sec)、 c : 洗浄液成分濃度 ($\text{g}/25 \text{ cm}^3$))

また、前記ポンプに前記 r^4/L が複数の異なる細管を介して複数の原液コンテナが連結され、前記 r^4/L を設定することにより前記ポンプに吸い込む各原液の供給量を制御し、任意の組成の原液を前記超純水流路に注入することを特徴とする。

前記ポンプは、原液吸引部及び排出部に連通したシリンダ部に設けられたピストン部材30をモータを用いた一次元送り機構により移動させて前記原液又は原ガスを吸引排出するポ

ンプを用いるのが好ましい。

前記洗浄原液注入手段は、フッ化水素ガスを前記超純水流路に注入し、所望の濃度の希フッ酸洗浄液を調整する手段であって、無水フッ化水素充填容器が、ポンプ、フッ化水素ガスとパージガスとの切り替えバルブ及び細管を介して前記超純水供給流路に連結され、
5 該細管中の水流速／フッ化水素ガス流速比を0.5以下とするのが好ましい。

前記洗浄原液注入手段は、オゾンガスを前記超純水流路に注入し、所望の濃度のオゾン水洗浄液を調整する手段であって、該超純水流路がバルブを介して容器に接続され、該容器に設けられた超純水排出配管は前記洗浄液供給手段に連結され、前記容器の下部及び上部にオゾンガス導入口及び排出口が設けられ、該オゾンガス導入口はオゾンガス源に連結
10 され、該オゾンガス排出口は直接あるいはバルブを介してエジェクタに連結されている。

本発明において、前記原液又は原ガスとしては、フッ化水素酸、オゾン、過酸化水素、又はフッ化水素ガスを含むものが用いられ、前記基板の端部を支持する部材、前記ノズルの部材、前記発振子を前記洗浄液から遮蔽する部材、前記ポンプ又は細管において、前記洗浄液又はその原液あるいは原ガスと接触する部分は、石英、シリコン、炭化珪素、アルミナ、サファイヤ、アモルファスカーボンまたは酸化膜若しくはフッ化膜により表面を不動態化した金属、若しくは発塵の少ないフッ素樹脂その他の耐食性樹脂が好適に用いられる。この小さい設置面積は、クリーンルーム面積の縮小に極めて大きい効果を及ぼす。

洗浄装置の設置面積は、前記基板の直径又は一辺の2倍程度を一辺とする面積であることを特徴とする。これは、超純水流路と洗浄液原液注入ポンプ系を用い、希釈装置、希釈
20 洗浄液輸送装置、希釈洗浄液貯槽、循環濾過装置、及びポンプ・配管系などの薬液供給設備を用いないこととしたことにより、達成されるものである。

本発明の洗浄方法は、上記した本発明の洗浄装置を用い、

- 1) 前記基板の表裏両面にオゾン含有超純水を供給して基板を洗浄する工程と、
- 2) 界面活性剤、フッ化水素酸及び過酸化水素を含む超純水を基板の表裏面に供給して
25 基板を洗浄する工程と、
- 3) 再びオゾン含有超純水を基板の表裏面に供給して界面活性剤を除去する工程と、
- 4) 希フッ化水素酸を基板の表裏面に供給して基板を洗浄する工程と、
- 5) 超純水を基板の表面あるいは表裏面に供給して希フッ化水素酸洗浄後の基板の表面
を洗浄する工程と、
- 30 6) 窒素ガスその他の不活性ガスを基板表面に吹き付けて乾燥する工程と、

を少なくとも含む洗浄方法であって、前記乾燥する工程までの工程において、基板表裏面には常に洗浄液又は超純水が供給されており、また必要に応じて基板に超音波又は0.5MHz以上の高周波音波を照射することを特徴とする。

5 図面の簡単な説明

図1は、本発明の洗浄装置の一例を示す模式図である。

図2は、洗浄液供給系の一例を示す模式図である。

図3は、洗浄液供給系の他の例を示す模式図である。

図4は、洗浄液供給系の薬液注入の一例を示す模式図である。

図5は、本発明の洗浄装置に好適に用いられるポンプの一例を示す模式図である。

図6は、種々の洗浄方式を示す模式図である。

図7は、半導体洗浄プロセスの洗浄工程で好適に用いられる洗浄液供給系を示す模式図である。

図8は、常温洗浄プロセスに用いられる洗浄装置の一例を示す模式図である。

図9は、オゾンガスの注入装置の一例を示す模式図である。

図10は、フッ化水素ガスの注入装置の一例を示す模式図である。

図11は、実施例10の洗浄装置の構成を示す模式図である。

(符号の説明)

101 密閉容器、

102 シリコンウエハ等の基板、

103 表面洗浄用のノズル、

104 裏面洗浄用のノズル、

105 ウエハ保持部材、

106 回転体部材、

107 洗浄原液注入手段、

108 超純水流路、

200、300 超純水製造装置、

201、301 超純水流路、

202、301～304 洗浄薬液の原液、

203、305 バルブ、

- 401 超純水流路、
- 402 超純水流路のバルブ、
- 403 洗浄液の供給ライン、
- 404 細管部、
- 5 404 バルブ、
- 405 ポンプ、
- 406 配管、
- 407 原液タンク、
- 501 薬液押出口のボール弁、
- 10 502 薬液吸込口のボール弁、
- 503 ピストン、
- 504 ピストンとシリンダー内壁との間隙、
- 505 間隙 504 に供給する超純水の入口、
- 506 超純水の出口、
- 15 507 モータ、
- 601 ウエハ、
- 602、603 ノズル、
- 604、605 超音波発振子、
- 606 ウエハ保持部材、
- 20 610 超純水供給ライン、
- 611 フッ酸注入、
- 612 過酸化水素注入、
- 613 界面活性剤注入、
- 701 超純水流路、
- 25 702 バルブ、
- 703 洗浄液の供給ライン、
- 704 細管、
- 705 ポンプ、
- 706 配管、
- 30 707、707' 原液コンテナー、

708、708' 細管、
901 容器、
902 超純水（オゾン水）、
903 超純水流路、
5 904、907、908 バルブ、
905 超純水流出路、
906、909 配管。

発明を実施するための最良の形態

10 本発明の洗浄装置の特徴をまとめると以下のようになる。

（1）洗浄装置の形状・容積の縮小が可能になる。

洗浄のためにセットされたウエハは、洗浄開始から、各種薬液による洗浄、超純水洗浄、乾燥をすべて終える間移動させない。これが、洗浄装置縮小の基本概念であり、これにより、洗浄装置面積は、ほぼウエハの占める面積の約4倍程度で足りる。一方、従来の15バッチ浸漬方式の洗浄装置は、洗浄ステップ毎にウエハを順次洗浄槽に移しかえるため、大きな面積が必要となる。

また、超純水の流路に薬液の原液を必要な濃度となるように注入する構造としたことから、従来の洗浄装置では必要不可欠である一連の設備（即ち、大面積を占めていた洗浄に必要な濃度に薬液を希釈する装置、洗浄薬液の貯槽、洗浄薬液搬送配管、洗浄薬液循環濾20過装置、薬液供給ポンプなど）が不要となる。即ち、超純水供給ラインに薬液種類数の注入入口を設け、注入口を開閉制御等することにより、薬液調合設備・薬液輸送設備・薬液貯槽が不要となり、各種薬液を任意の組成に調合し、またその組成を洗浄目的に応じて隨時に変更することが可能となる。

（2）洗浄装置の稼働時間効率を大きくすることができる。

25 超純水の流路に、原液濃度の各種薬液を注入しそのままウエハ表裏面に供給する方式は、上述した洗浄装置とその設置面積の縮小効果に留まらず、各種薬液洗浄・超純水洗浄の時間効率を最大にする。即ち、従来方式の薬液入れ替え・基板の入れ替えがなく、また薬液の瞬間調合及び薬液洗浄の瞬間切り替えができるので洗浄の遊休時間は全くない。

さらに、基板の表裏面に超音波又は高周波音波を照射することにより洗浄効果を向上させ、洗浄時間を短縮することができる。

(3) 超純水・薬液使用量の削減できる。

洗浄作用を効率化する。これは、超純水・薬液使用量の縮減の基本概念である。スピンドル回転によりウエハ表裏面に洗浄液膜を形成し、同時に超音波を重畠する効果と、(2)の時間短縮効果をあわせて、超純水・薬液使用量は、従来の1/3~1/5あるいはそれ以下の下に縮減することができる。

即ち、洗浄に用いる超純水および各種薬液の送液量を、スピンドル回転するウエハ表裏面に液膜を定常的に形成する限界に近くまで縮小することにより、超純水量および各種薬液使用量を従来のバッチ浸漬洗浄方式の数分の1以下にして資源を節減することができる。

本発明の洗浄装置の一例を図1に示し、これを用いて本発明をより具体的に説明する。

図1において、101は密閉容器、102はシリコンウエハ等の基板、103、104は洗浄液供給手段であり、それぞれウエハ表面及び裏面洗浄用のノズルである。ウエハは、ウエハの端部を3点又はそれ以上で保持するウエハ保持部材105により保持され、回転体部材106により回転する。

ノズル103、104には、超純水流路107が接続され、さらにこの流路には洗浄液15の原液又は原ガスを所定量注入し、所定の濃度の洗浄液とする洗浄原液注入手段108が接続されており、所望の濃度に調整された洗浄液がノズル103、104からウエハ表裏面に同時に供給される。

また、表面用又は裏面用ノズルの少なくとも一方の内部には超音波又は0.5MHz以上の高周波音波（以下、まとめて「超音波」という）の発振子が配設されており、洗浄液20の液膜を介して超音波を基板に照射し、基板の洗浄効果を高めている。

発振子はいずれか一方に設けることにより、超音波は基板を通して基板の反対側にまで伝搬するため、反対面側に洗浄液が存在すれば、その面の洗浄も同時にかつ効果的に洗浄することができる。

発振子から照射される超音波は、洗浄液・基板を通して基板反対側に伝搬し、基板反対側の表面における超音波の音圧が大きいほど、基板反対側表面の洗浄効果は増大する。基板反対側の表面における超音波の音圧は、超音波の基板への入射角度、基板厚さ、周波数等により変動するため、基板反対側表面での超音波の音圧が略々最大となるよう超音波の入射角度を調節するのが好ましい。

また、超音波発振子を両ノズルに設けるのも好ましい形態である。この場合、発振子30は、2つの音波が干渉しないように両ノズルにより照射される方向と位置が重ならないよ

う配置する。

また、図1の例では、固定の直線状ノズルを用いているが、点ノズルを用いても良く、この場合、基板表面全体を均一に洗浄するために、ノズルをウエハの半径方向に移動させる必要がある。また、裏面ノズルの形状も表面ノズルと同様にすればよい。図1の例で5は、固定の直線状ノズルを用いている。

なお、超音波が効率的に伝搬して基板表裏面の洗浄効果を高めるためには、気泡を含まざにノズルから基板面まで洗浄液の膜を形成する必要がある。また、液体膜の厚さは、洗浄効果を上げるために最適な厚さとされるが、これは、ノズルと基板との距離によって決められる。

10 また、洗浄効果を高めるファクターとして、基板表面の液体の相対速度があげられ、基板の回転数が関係する。この観点から、基板回転数は1000～3000 rpm、特に洗浄効率の面から2000 rpmが好適に用いられる。

超音波の周波数としては、0.5～3 MHz が好適に用いられる。2 MHz 以上で洗浄効率は一層向上する。但し、2 MHz 以上になると液に溶存する気体により音圧が低下するため脱気したものを用いるのが好ましい。

なお、図1には示していないが、洗浄装置には、洗浄後に乾燥するためのN₂ガス等の不活性ガスのノズルが設けられており、少なくとも基板の表面にN₂ガス等を吹き付けながら高速回転(2000～4500 rpm)して、基板の乾燥を行う。

フッ酸・過酸化水素洗浄液の供給方法としては、図2に示したように、超純水製造装置20200からの超純水流路201に洗浄液の原液202を所定量(例えば、超純水の100分の1程度)注入し、所望の濃度としてノズルに送るのが望ましい。このように、超純水流路201に設けるバルブを一つ(203)にすることにより、バルブの開閉に伴うパーティクルの発生の影響を抑えることができるとともに、洗浄液の循環系が不要となり、しかも薬液タンク等を大幅に小型化できる。また、従来の希釀液製造時に混入する際のパーティクルの発生も回避することができる。

即ち、例えば、酸化膜を除去し、超純水リシス洗浄する場合を考える。従来のように、フッ酸供給系と純水供給系とを別ラインで供給すると、所定のフッ酸液をノズルから供給して酸化膜をエッティングし、その後超純水でウエハ表面をリシスする場合においては、フッ酸で酸化膜を除去した後のベアのシリコン表面はパーティクルが付着しやすく、リシス30洗浄用の超純水を供給するためにバルブを開けると、バルブからパーティクルが発生しシ

リコン表面が汚染されてしまうという問題があった。これに対し、図2のような構成にすることにより、超純水は洗浄中は常時流れしており、洗浄後の超純水の遮断時にバルブからパーティクルが発生しても、そのゴミが洗浄後のウエハ表面に到達することはない。また、超純水ラインに原液を供給するためのバルブを使用していれば、その開閉によるパーティクルの発生があるものの、原液の供給量は洗浄液全体の100分の1程度であるので、その量も大幅に抑えることができる。また、後述するように、バルブを用いずに細管構造とし、しかも発塵の極めて少ないポンプを用いることにより、原液によるパーティクル汚染の問題は完全に解決することができる。

図2のような構成にすることにより、原液コンテナーの大きさは、希釀液を貯めておく場合に比べて100分の1程度にすることができる。また、従来はパーティクルフリーの原液を使用する場合であっても、所望の濃度に希釀して洗浄液を調合する過程（例えば、50%HFを0.5wt%に希釀する場合）でパーティクルが発生する等の問題があったが、図2の構成にすることにより、その影響も軽減することができる。

また、図2において、バルブ203の下流側にフィルターを配設することは、バルブからパーティクルの影響を抑える前述の手段になんら影響を与えずに超純水の粒子レベルさらに向上させる方向であるから、より完全な手段として用いよう。

本発明においては、洗浄工程で用いられる薬液の種類により、ノズルと超純水流路及び洗浄原液の注入手段とを洗浄液の種類だけ設ければよい。例えば、本発明者らが開発した常温洗浄プロセスである、1) オゾン水洗浄、2) フッ酸・過酸化水素・界面活性剤洗20浄、3) オゾン水洗浄、4) フッ酸洗浄、5) 超純水洗浄、を行うには、オゾン超純水とフッ酸・過酸化水素・界面活性剤と、フッ酸との3系統の洗浄液供給系とノズルを設ければよい。一方、図3に示すように、1つの超純水流路に上記の原液コンテナーの全てを接続する構成、即ち、HF/H₂O₂/界面活性剤コンテナー302、HF水溶液コンテナー303、O₃水コンテナー304をポンプを介して一つの超純水流路に接続し、使用する際にそれぞれの原液を所定量注入する。これにより、1つのノズル及び超純水流路301で多様な洗浄液を用いた洗浄を行うことが可能となる。さらには、また、原液の超純水流路への注入は、洗浄液の組成成分ごと（HF、H₂O₂、O₃、界面活性剤）に注入してもよい。

図3の洗浄装置を用いた洗浄方法を説明する。ウエハ搬送装置によりウエハを保持部材30に固定した後、基板を1000～3000 rpm回転する。超純水流路から送られる超純

水を表裏のノズルから基板表裏に同時に供給し、続いて原液コンテナー304からオゾン水を超純水流路に供給して、基板のオゾン水洗浄を行う。オゾン洗浄により特に基板表面の有機物系不純物が除去される。

所定時間後オゾン水の注入を停止し、超純水のみを基板に供給した後、原液コンテナー5302からをHF/H₂O₂/界面活性剤を超純水流路301に注入して、HF/H₂O₂/界面活性剤を含む超純水による洗浄を行う。この洗浄の間はノズル内に設けられた超音波発振子により超音波が洗浄液の液膜を介して基板に照射される。この洗浄により、特に金属や粒子等の不純物が除去される。

HF/H₂O₂/界面活性剤による洗浄後、薬液の注入を停止し基板表裏面に超純水を供給する。再びオゾン水による洗浄を行って表面に微量吸着している界面活性剤を分解除去する。次に、原液コンテナー303からHF水溶液を超純水流路301に注入して、前の工程で生成した酸化膜をエッチングすると共に、シリコンのダングリングボンドを水素終端する。この間、前工程と同様に超音波を照射することもできる。

HF水溶液の注入を停止して、超純水のみによるリシスを行った後、バルブ305を開じて超純水の供給を停止する。この時、バルブ閉鎖により発生する粒子が基板表面に到達しない。

最後に、不図示のN₂ガスノズルからN₂ガスを基板に吹き付け基板の乾燥を行う。この時、基板の回転は2000~4000 rpm程度にするのが好ましい。乾燥後の基板は、基板搬送機構により、ゲートバルブを通して次の処理装置に送られる。

以上の洗浄においては、基板がセットされた後乾燥工程まで、基板表面には常に洗浄液か超純水が供給されており、また、洗浄液種及び超純水との切り替えは洗浄原液を注入するか否かで決まるため、粒子や不純物等が入り込む機会を極力避けることができ、一段と高い洗浄が可能となる。

また、以上の常温洗浄法においては、フッ酸洗浄（第4工程）以後の不純物、粒子管理が非常に重要である。この工程は、前行程で生成した酸化膜を除去して活性なシリコン表面を露出させる工程であり、粒子、不純物を極力抑えた環境でシリコンのダングリングボンドを水素終端させることができるか否かは高性能デバイスの歩留まりに大きく影響する。

現在、得られるバルブ、ポンプ等は液体用よりも氣体用の方がより高清浄なものが入手でき、フッ酸自体もフッ化水素ガスの方が高純度のものが得られる。従って、上記第4工

程においては、フッ酸水溶液を用いるよりもフッ化水素ガスを用いた方が好ましい。

また、オゾン洗浄水の場合も、同様な理由により、また高濃度なオゾン水が必要な場合には、オゾン水を注入する代わりにオゾンガスを注入してもよい。

なお、上記の常温洗浄においては、洗浄液の供給と共に超音波照射され、これにより洗浄効果が相乗的に高められる。

洗浄原液を超純水流路に注入する手段として、図4 (a) に示すように、バルブ404を介してポンプ405により原液コンテナー407から配管406を介して原液を超純水流路401に供給する方法を用いてもよいが、この構成では、2つの問題がある。一つはバルブ404のデッドスペースによる液を供給する場合の洗浄液濃度の応答の遅れである。もう一つは、バルブの開閉によるパーティクルの発生である。図4において、402は超純水流路のバルブ、403は調合された洗浄液の供給ラインである。

本発明者らは、これらの問題を解決すべく鋭意検討した結果、図4 (b) に示すように、バルブ404を用いずにポンプ405を細管404'を介して超純水の配管401に接続するのが、以上の問題を解決するのに非常に有効であることを見い出した。

図4 (b) のような構成にし、細管部404'の形状を、ポンプ405停止後に薬液が超純水に拡散してもその影響がないこと、及びポンプにより薬液を十分な量に供給できることを満たせば、バルブを使わずに、安定して薬液を供給することができる。ここで、細管の形状は以下の条件を満足するよう構成にするのが好ましい。

$$\text{原液注入速度: } V/t = (\pi r^4 \cdot P \cdot G) / (8 \eta \cdot L) \quad (1)$$

$$\text{原液成分拡散量: } k \cdot c \cdot \pi r^2 / L < 1 \times 10^{-7} \text{ g/sec} \quad (2)$$

(ここで、 V/t : 単位時間当たりの原液注入量 (cm^3/sec)、 r : 細管の半径 (cm)、 L : 細管の長さ (cm)、 η : 液体粘度 ($\text{g}/(\text{cm sec})$)、 P : ポンプ注入圧 (g/cm^2)、 G : 重力の加速度 (cm/sec^2)、 k : 拡散定数 (cm^2/sec)、 c : 洗浄液成分濃度 (g/cm^3))

さらに、本発明で用いるポンプには、本発明者らが開発した無発塵ポンプを用いのが望ましい。これを図5に示す。

図5において、501は薬液押出口のボール弁、502は薬液吸込口のボール弁、503はピストン、504はピストンとシリンダー内壁との間隙、505はこの間隙に供給する超純水の入口、506はその超純水の出口、507はピストン503を軸方向に連続往復駆動せしめるモータである。

ピストンとシリンダー内壁との間隙504はピストン駆動範囲内において、均一に、数

10 μm 以下に加工されている。また、この間隙 504 には超純水の入口 505 から超純水が供給される。

この薬液ポンプにより、薬液はピストン 503 の駆動により薬液吸込口 502 から超純水流路（不図示）に注入される。本ポンプの特徴は、装置内部にシールを用いないことにある。ピストンはシリンダー内壁との間隙に常に薬液若しくは超純水が満たされているためシリンダー内壁とは非接触で駆動する。この隙間を通して、一定量の薬液が定常に超純水出口 506 から排出される。その排出量は、例えば間隙が 10 μm の場合には薬液送液量の数% 以下である。

無シールであること、及びピストンがシリンダー内壁と非接触で動くことにより、このポンプは全く粒子発生源を持たない。従って、送液する薬液中の粒子数がポンプにより汚染されることとは全くない。

図 5 のポンプは、発塵の少ない石英、サファイア等の無機材料、発塵の少ないフッ素樹脂等の有機系樹脂材料を用いたものである。特に、フッ酸系の薬液に対してはサファイア製のものを用いるのが好ましい。

15 本発明の洗浄原液注入手段においては、図 7 に示すように、ポンプと複数の原液コンテナーとを形状 (r^4/L) の異なる細管で接続することにより、複数の原液を一つのポンプで超純水流路に注入することができる。図 7 において、701 は超純水流路、702 はバルブ、703 は洗浄液の供給ライン、704 は細管、705 はポンプ、706 は配管、707、707' は原液コンテナー、708、708' はそれぞれ形状が異なる細管である。

20 このように、所望の混合比に応じて細管の形状 (r^4/L 、 r : 半径、 L : 長さ) を決めることにより、一つのポンプで、複数の薬液を所望の割合で注入することが可能になる。これにより、ポンプ数の削減による一層の装置の小型化、並びに粒子発生箇所の減少による一層清浄な洗浄が可能となる。

25 次に、オゾン水の洗浄液を製造するためのオゾンガスの注入手段の一例を図 9 を用いて説明する。

図 9 は超純水にオゾンを含むガスを接触・溶解させるものである。超純水流路 903 からバルブ 904 を介して一定の容積の容器 901 に超純水 902 を導入する。

容器 901 に、オゾンガス発生装置（不図示）からオゾンを含むガスを配管 906、バルブ 907 を介して導入し、バーリング後のガスはバルブ 908、配管 909 を介して排

出させる。導入するオゾン含有ガスの圧力が低いときは、エジェクタ（不図示）によりオゾンガスを吸引するのが好ましい。

オゾン含有ガスのバブリングにより、オゾンを溶解したオゾン水 902 は、流出路 905 を介してノズルに供給する。オゾン水中のオゾン濃度は超純水の流量、オゾン含有ガスの流量及びオゾン濃度と、容器 901 の容積によって定まる一定値となる。

以上のようにして、オゾン水を必要なときに間欠的に供給することができる。

尚、本発明は、図 1 に示すように、洗浄原液を超純水流路に所定量注入し所望の濃度として、ノズルから基板に供給して洗浄するのが好ましい態様であるが、洗浄液を予め所望の濃度に調合しておき、これをポンプにより直接ノズルから供給してもよい。この場合、10 図 5 に示した無発塵ポンプを用いるのが好ましい。

以上は、シリコンウェハを中心に円形基板について説明してきたが、液晶表示装置の薄膜トランジスタ基板に用いられるガラス基板等を角形基板を洗浄する場合には、基板が大きくなると回転するのは難しくなる。その場合には、基板又はノズル（基板の一辺の長さ以上の幅を有するノズルが好ましい）のどちらか一方を移動させて洗浄する方法をとれば 15 良い。

本発明において、ノズル配管、バルブ、ポンプ等の材質としては、特に、可動部、摺動部等発塵し易い部分には、有機系樹脂を避け、無機系の金属、絶縁体を用いるのが好ましく、例えば、石英、シリコン、炭化珪素、アルミナ、サファイア、アモルファスカーボン、酸化膜・フッ化膜処理した金属、表面にアルミナ膜を形成したもの（例えばアルマイ 20 ト処理した後、研磨したもの）又はフッ素樹脂その他の耐食性樹脂等が、使用する薬液の種類により適宜選択される。また、SUS316L、アルミニウム及びその合金等も用い 25 ことができる。

以上の装置特性を、ウェハの形状と LCD の形状の差異に由来する変更、例えば洗浄装置設置面積は LCD の面積より縮小されたものとなることなどの変更を加え、その他の項目を LCD の洗浄に適用する。

実施例

以下に実施例をあげて本発明をより詳細に説明するが、本発明がこれら実施例に限定されることはない。

図6の模式図で示す種々の洗浄方式の洗浄装置を用いて、フッ酸、過酸化水素及び界面活性剤からなる洗浄液をシリコンウェハに供給し超音波を照射しながら、ウェハのパーティクル洗浄を行った。

図6 (a) では、超純水供給ライン610に薬液の原液（フッ酸611、過酸化水素612、界面活性剤613）を所定量注入して混合されて得られる洗浄液を、ウェハ601の端部を支持して回転させながらウェハ表裏面に、表面及び裏面ノズル602、603を介して供給し、表面ノズルに設けられた超音波発振子604から1MHzの超音波を照射して、ウェハ洗浄を行うものである（実施例1-1）。さらに、図6 (b) では、裏面ノズル603に超音波発振子605が設けられており、裏面側から超音波を照射している（実施例1-2）。超音波を裏面から照射する方式は、次の諸点において大きい効果をもたらす。即ち、基板上側に超音波発振に係わる設備が不要となるため、構造が簡単となり、密閉構造壁の水洗が容易となり、容積が縮小されて雰囲気の置換及び制御が行い易くなる。なお、必要に応じて、表面側ノズルにも超音波を設け、表裏面に同時に超音波を照射して洗浄を行っても良いことはいうまでもない。

15 比較のために、図6 (c)、(d) に示す従来のスピン洗浄方式（比較例1-1）、とバッヂ浸漬洗浄方式（比較例1-2）によっても同様に洗浄し、洗浄後のウェハ表面及び裏面の粒子（直径0.2μm以上）数を測定することにより、各洗浄方式の洗浄効果を比較した。結果を洗浄条件と共に表1に示す。

なお、用いた洗浄液の組成は、いずれの場合も、HF:0.5%、H₂O₂:0.3%、20 ノニオン界面活性剤:200ppmである。

（表1）

| | 実施例 | | 比較例 | |
|----------|---------|---------|---------|------------|
| | 1-1 | 1-2 | 1-1 | 1-2 |
| 25 ウエハ支持 | ウエハ周辺 | ウエハ周辺 | ウエハ周辺 | ウエハキャリアに支持 |
| ウエハ回転 | 3000rpm | 3000rpm | 3000rpm | なし |
| ノズル | 表裏面ノズル | 表裏面ノズル | 表面ノズル | なし |
| 超音波発信 | ウエハ表面 | ウエハ裏面 | ウエハ表面 | 洗浄槽下面 |
| 周波数 | 1.0MHz | 1.0MHz | 1.0MHz | 1.0MHz |

| 洗浄液調整 | 注入ポンプ | 注入ポンプ | 注入ポンプ | 調合槽 | 循環槽 |
|-------|-------|-------|-------|------------|-----|
| | 原液注入 | 原液注入 | 原液注入 | ポンプ フィルタ | |
| 洗浄液量 | 0.50L | 0.50L | 0.5L | 30L/ウェハ25枚 | |
| 洗浄時間 | 60秒 | 60秒 | 60秒 | 30分 | |

| | | | | |
|-------|-----|-----|-----------|-----|
| 表面粒子数 | 3以下 | 3以下 | 3以下 | 125 |
| 裏面粒子数 | 15 | 3以下 | 10^3 以上 | 337 |

表1が示すように、バッチ浸漬洗浄方式（比較例1-2）では表面の粒子除去が極めて不完全であり、この不完全性は下記の諸原因に由来していると思われる。

- ①ウェハが並列する間を洗浄液が均一通過することが困難である。
- ②ウェハ表裏面が対面し、裏面汚染が表面に再付着する。
- ③超音波をウェハ表裏面に均一に照射することが出来ない。
- ④洗浄後ウェハが液から露出するとき、液面粒子の再付着と空气中粒子付着を受ける。

⑤薬液供給経路と洗浄槽から発生する粒子により洗浄液汚染され、その影響を受ける。

また、ウェハの裏面支持の従来の枚葉スピン回転洗浄装置（比較例1-1）については、当然ながらウェハの裏面が洗浄できないため、その著しい汚染は次工程に影響を及ぼすことになる。

以上の比較例に比べて、本実施例のウェハ表裏同時洗浄装置（実施例1-1、1-2）の粒子除去効果は極めて高く、特に、超音波をウェハ裏面に照射するときは（図6(b)）、基板の表面・裏面ともに洗浄効果が及ぶことが認められる。

以上の本実施例の効果は、ウェハ周辺支持回転、ウェハ表裏面の液膜同時形成、超音波のウェハ表裏面照射、超純水流路への薬液原液の注入混合を全て満たすことにより相乗的な効果として得られるものである。

本実施例のウェハ表裏同時洗浄装置の効果は、下記によるものと考えられる。

- ①ウェハがスピン回転しているためウェハ表裏面と洗浄液の接触は完全である。
- ②ウェハ表裏面は互いに無関係で、裏面汚染が表面に再付着することがない。
- ③ウェハがスピン回転しているため超音波がウェハ表裏面に均一照射できる。
- ④洗浄液は一過性で粒子の再付着がなくまた装置は密閉されているため雰囲気からの粒子再付着が生じない。

⑤洗浄液はウエハ直近において調合され、薬液容器・薬液運送経路による粒子汚染を受けないこと、および洗浄液は直接ウエハに接触し、洗浄容器が全くない。

本発明の洗浄装置は、即ち、枚葉スピンドル回転洗浄機構・表裏同時洗浄機構・超音波照射機構・薬液調合供給機構を有する洗浄装置は従来のバッチ浸漬洗浄装置にくらべて次の25点において優れていることが明らかとなった。

(1) 装置の容積の縮小(空間的效果)

超純水流路に薬液原液を注入する洗浄液調合方式により、従来極めて広い面積を必要とした薬液供給設備(薬液希釈調合槽・循環濾過ポンプ・フィルター系)が不要となり、ウエハ直近に小容量の薬液注入用定量ポンプを設置するのみであり、薬液設備・クリーンルーム設備は共に著しく縮小される。

(2) 超純水・薬液使用量の縮小(物量的效果)

超純水流路に薬液原液を注入する洗浄液調合方式は、秒単位の洗浄時間・薬液洗浄／超純水洗浄の瞬間切り替えを可能とし、このことによって超純水・薬液使用量は激減する。

(実施例2)

15 本発明の洗浄原液注入手段は、超純水流路に洗浄液の原液を注入するものであり、その注入口に細管を用いることを特徴とする。本実施例に細管を用いたときの効果を示す。

図4(a)、(b)に示した構造の洗浄原液注入系を用いて希フッ酸洗浄液を調合し、この希フッ酸によるシリコン熱酸化膜のエッティングを行い、これらの洗浄液供給方式と洗浄のバラツキとの関係を調べた。

20 洗浄液の供給方法を除いて、他の洗浄条件は実施例1-1と同じであり、詳細は表2に示すとおりである。

図4(b)の細管404'は、内径0.25mm、長さ10mmのサファイア製である。50%HF水溶液は原液タンク407から、図5に示すポンプ(6000パルス/min)405により超純水ライン403に供給され、超純水でほぼ100倍に希釈され25てノズルに送られる。図4(a)の薬液供給系は、細管の代わりにバルブを用いたものである。

洗浄のバラツキの評価は、エッティング前後の酸化膜の膜厚をエリプソメータで測定することにより行った。結果を表3に示す。

(表2)

| | | 実施例(図4(b)) | 比較例(図4(a)) |
|----|-------------------|--|--|
| 5 | 注入口とノズル間 のチューブ | 細管チューブ 内径3.18mm 長さ50cm 容積(3.87ml) | 通常チューブ 内径6.35mm 長さ50cm 容積15.8ml |
| 10 | 注入口 | 細管 内径0.25mm 長さ10mm 容積 4.9×10^{-4} ml | ダイヤフラムバルブ 隙間容積0.5ml |
| 15 | 超純水水圧 | 1.0kg/cm ² | 1.0kg/cm ² |
| | 超純水流量 | 1.0L/min(16.7ml/sec) | 1.0L/min(16.7ml/sec) |
| | 超純水流速 | 2.2m/sec | 0.53m/sec |
| | 50%HF注入量 | 10ml/min(0.167ml/sec) | 10ml/min(0.167ml/sec) |
| | 50%HF注入時間 | 15sec(1.67ml/15sec) | 15sec(1.67ml/15sec) |

20 (表3)

| 25 | 実施例 | | 比較例 | | |
|----|-------|------|-----|------|------|
| | 平均値 | 標準偏差 | 平均値 | 標準偏差 | |
| | n | m | % | n | m |
| | RUN 1 | 9.15 | 3.8 | 11.8 | 23.0 |
| | RUN 2 | 9.08 | 4.4 | 7.18 | 26.6 |
| | RUN 3 | 8.85 | 5.6 | 8.29 | 27.7 |
| 30 | 平均 | 9.00 | 4.6 | 9.09 | 25.8 |

表から明らかなように、実施例の膜厚分布の標準偏差は約5%であるのに対し、比較例では25%と異常に大きくなつた。

この差は注入時の混合効果の差を示していると考えられる。即ち、実施例において、原液は3.4m/secに及ぶ超高速で超純水中に噴射されることにより瞬間混合する（即ち、原液の細管通過速度 = 50%HF注入量 (0.167cm³/sec) / 細管断面積 (0.00049cm²) = 3.4m/sec）。これに対し、普通にバルブ口から0.6cm/secの速度で超純水流速が1m/secより小さい流路に注入されると注入口からノズルまでの通過時間では、混合が不完全となる（即ち、原液のバルブ口通過速度 = 50%HF注入量 (0.167cm³/sec) / バルブ口断面積 (0.28cm²) = 0.6cm/sec）。表の結果は、洗浄液の混合不完全による濃度分布に起因することを示している。

（実施例3）

本実施例では、超純水供給配管に薬液の原液を注入あるいは停止して、洗浄液の種類を変更する場合の洗浄液濃度応答性について調べた。

15 超純水配管への薬液注入を、50%HFと30%H₂O₂の2系列とした以外は図4(a)、(b)に示した構造の薬液供給ラインを用い、0.5%HF・0.3%H₂O₂液(5秒)、超純水(5秒)、0.1%HF(5秒)、超純水(5秒)を得るためのポンプ(図5)、バルブの制御を行つた。薬液注入系の形状等は表2のものと同じである。

なお、ノズルから噴出される洗浄液の各成分濃度は伝導度計及び化学分析により求めた。結果を表4に示す。

(表4)

| 25 | 薬液原液の注入量 (ml/min) | ノズル出口洗浄液組成 | | | | | |
|-----------|--|------------|---------------------------------|---------|------------|---------------------------------|---------|
| | | 実施例(図4(b)) | | | 比較例(図4(a)) | | |
| 時間 (秒) | 50%HF 30%H ₂ O ₂ | HF % | H ₂ O ₂ % | 粒子 個/ml | HF % | H ₂ O ₂ % | 粒子 個/ml |
| | | | | | | | |

20

| | スタート | 0. 0 | 0. 0 | 0. 0 | 0. 0 | <1 | 0. 0 | 0. 0 | <1 |
|----|-----------|-------|-------|-------|-------|----|-------|-------|-----|
| 5 | 0. 0-1. 0 | 10. 0 | 10. 0 | 0. 50 | 0. 30 | <1 | 0. 14 | 0. 08 | 856 |
| | 1. 0-2. 0 | 10. 0 | 10. 0 | 0. 50 | 0. 30 | <1 | 0. 31 | 0. 18 | 760 |
| | 2. 0-3. 0 | 10. 0 | 10. 0 | 0. 50 | 0. 30 | <1 | 0. 47 | 0. 28 | 513 |
| | 3. 0-4. 0 | 10. 0 | 10. 0 | 0. 50 | 0. 30 | <1 | 0. 50 | 0. 30 | 680 |
| | 4. 0-5. 0 | 10. 0 | 10. 0 | 0. 50 | 0. 30 | <1 | 0. 50 | 0. 30 | 335 |
| 10 | 5. 0-6. 0 | 0. 0 | 0. 0 | 0. 00 | 0. 00 | <1 | 0. 35 | 0. 21 | 153 |
| | 6. 0-7. 0 | 0. 0 | 0. 0 | 0. 00 | 0. 00 | <1 | 0. 17 | 0. 13 | 86 |
| | 7. 0-8. 0 | 0. 0 | 0. 0 | 0. 00 | 0. 00 | <1 | 0. 06 | 0. 05 | 77 |
| | 8. 0-9. 0 | 0. 0 | 0. 0 | 0. 00 | 0. 00 | <1 | 0. 02 | 0. 02 | 56 |
| | 9. 0-10. | 0. 0 | 0. 0 | 0. 00 | 0. 00 | <1 | 0. 01 | 0. 01 | 81 |
| 15 | 10. -11. | 2. 0 | 0. 0 | 0. 10 | 0. 00 | <1 | 0. 03 | 0. 00 | 757 |
| | 11. -12. | 2. 0 | 0. 0 | 0. 10 | 0. 00 | <1 | 0. 06 | 0. 00 | 684 |
| | 12. -13. | 2. 0 | 0. 0 | 0. 10 | 0. 00 | <1 | 0. 09 | 0. 00 | 845 |
| | 13. -14. | 2. 0 | 0. 0 | 0. 10 | 0. 00 | <1 | 0. 10 | 0. 00 | 771 |
| | 14. -15. | 2. 0 | 0. 0 | 0. 10 | 0. 00 | <1 | 0. 10 | 0. 00 | 438 |
| 20 | 15. -16. | 0. 0 | 0. 0 | 0. 00 | 0. 00 | <1 | 0. 07 | 0. 00 | 320 |
| | 16. -17. | 0. 0 | 0. 0 | 0. 00 | 0. 00 | <1 | 0. 05 | 0. 00 | 287 |
| | 17. -18. | 0. 0 | 0. 0 | 0. 00 | 0. 00 | <1 | 0. 02 | 0. 00 | 110 |
| | 18. -19. | 0. 0 | 0. 0 | 0. 00 | 0. 00 | <1 | 0. 01 | 0. 00 | 75 |
| | 19. -20. | 0. 0 | 0. 0 | 0. 00 | 0. 00 | <1 | 0. 00 | 0. 00 | 150 |
| 25 | | | | | | | | | |

表4から明らかなように、超純水供給ラインへの薬液注入部に細管を設けることにより、ポンプの駆動制御のみにより、所望の薬液を高い応答性で得ることが可能となる。また、バルブの開閉がないため微粒子の発生が全くななく、超純水の清浄度を保ちながら供給することができる。

30 また、ポンプを停止したときに、細管内部から薬液が拡散により超純水供給ラインに溶

出することが考えられるが、この溶出濃度を測定したところ測定値の測定限界濃度(1 ppb)以下で検出できず、細管の拡散遮断効果は十分であることが確認された。

一方、ダイヤフラムバルブを用いた場合では、バルブの隙間容積を0.5 ml以下にすることは難しく、微小量の薬液注入においては、注入部を含めて0.5 mlの隙間の影響は甚大であり、調整した洗浄液の組成は大きくずれ、組成の瞬時切り替えは困難であることが明らかになった。

なお、細管の遮断効果の理論的計算を行った結果、

$$\text{細管におけるHF拡散量 } k \cdot c \cdot \pi r^2 / L = 0.25 \times 10^{-8} \text{ g/sec}$$

$$\text{拡散濃度: } 0.25 \times 10^{-8} \text{ g/sec} \div 16.7 \text{ ml/sec} = 0.15 \text{ ppb}$$

となり、実測値と一致した。尚、計算では、拡散定数として $1 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{sec}$ を用いた。従って、さらに太い細管を用いることも可能である。

一方、原液の注入速度は0.167 ml/secであるが、ポンプ圧10 kg/cm²で、r = 0.125 mm、L = 10 mmの細管では、9.4 ml/secまで流すことが可能である。従って、さらに細く長い細管を用いることもできる。

15 (実施例4)

図8に示す洗浄装置を用いて、半導体ウェハの洗浄工程を行い、洗浄効果及び薬品・超純水使用量を調べた。

洗浄プロセスは、表2に示す工程からなり、各工程の薬品使用量及び洗浄時間を示す。尚、表2には、表面洗浄用のノズルとして、半径方向に移動させながら洗浄するもの、と直線状の吹き出し口を有する固定式のものの双方について行った。

また、裏面ノズルは固定式である。ウェハは8インチ径のシリコンウェハである。

(表5)

| | 移動ノズル | 固定ノズル |
|--------------|------------|------------|
| 表面 | | |
| 1)オゾン洗浄、 | 0.500L/20秒 | 0.583L/10秒 |
| 2)フッ酸過酸化水素洗浄 | 1.000L/40秒 | 1.750L/30秒 |
| 3)オゾン洗浄 | 0.250L/10秒 | 0.292L/5秒 |
| 4)希フッ酸洗浄 | 0.250L/10秒 | 0.292L/5秒 |

| | | |
|--------------|-------------|-------------|
| 5)超純水洗浄 | 0. 250L/10秒 | 0. 583L/10秒 |
| 裏面 | | |
| 1)オゾン洗浄、 | 0. 500L/20秒 | 0. 583L/10秒 |
| 2)フッ酸過酸化水素洗浄 | 1. 000L/40秒 | 1. 750L/30秒 |
| 5.3)オゾン洗浄 | 0. 250L/10秒 | 0. 292L/5秒 |
| 5)超純水洗浄 | 0. 500L/20秒 | 0. 875L/15秒 |

ここで、オゾン洗浄のオゾン濃度は5 p p m、フッ酸・過酸化水素の濃度はフッ酸が0. 5%、過酸化水素が0. 3%、希フッ酸は0. 1%である。

10 以上の洗浄により、ウエハ上の金属、有機物は検出限界以下であり、0. 2 μ m以下の粒子数は3以下であり、室温で極めて優れた洗浄効果が得られることが分かった。

また、洗浄時間は、ウエハ1枚当たり、移動型ノズルで90秒、固定型ノズルで60秒であり、高いスループットが得られた。

さらに、洗浄液の使用量も、1枚当たり、それぞれ1. 5 L, 7. 0 Lとなり、これを15 8インチウエハの日産1000枚の工場で消費される薬品量に換算すると、表6のようになり、これらの薬品を貯蔵するためのタンク等もきわめて小さいものですから分かる。

(表6)

| 20 | 移動ノズル | 固定ノズル |
|-----------------------------------|----------|----------|
| 5.0%HF | 20. 0 kg | 35. 0 kg |
| 3.0%H ₂ O ₂ | 20. 0 kg | 35. 0 kg |
| O ₃ | 7. 5 g | 8. 8 g |

25

(実施例5)

図1に示す本発明の洗浄装置を用い、表5の洗浄条件（固定ノズル使用）によって、8インチシリコンウエハの洗浄を行った。表7に洗浄後の表面有機物及びボロンの測定結果を示す。オゾン水洗浄及びフッ酸洗浄の効果により、表面の両成分濃度は共に検出感度以下であった。比較として、装置をクリーンルーム空気開放して、その他の条件は本実施

例と同様にした場合を示した。この時、クリーンルーム雰囲気中の有機物濃度（全ハイドロカーボン濃度を C_2H_4 濃度に換算）は $50 \sim 100 \mu g/m^3$ 、ボロン濃度は $10 \sim 50 ng/m^3$ であり、この濃度は半導体製造クリーンルームのクリーン度の平均的水準である。比較例の結果は、洗浄が完全に実施されても、基板表面がクリーンルーム雰囲気に接触することにより汚染されることを示している。即ち、密閉装置条件は基板洗浄に不可欠である。

(表 7)

| | 実施例 | 比較例 (molecules/cm ²) |
|----------|--------|----------------------------------|
| 10 | | |
| C_2H_4 | 検出感度以下 | $1 \sim 5 \times 10^{14}$ |
| B | 検出感度以下 | $0.1 \sim 1 \times 10^{12}$ |

尚、表 7において、全ハイドロカーボン濃度の C_2H_4 濃度への換算は、全反射赤外吸収スペクトルによる $2870 \sim 2970 \text{ cm}^{-1}$ 帯域の吸収強度から求めた。また、Bは、表面エッキング溶液の高分解能 ICP マススペクトロメータにより測定した。

(実施例 6)

実施例 5 と同一の装置を用い、8 インチシリコンウエハの洗浄を行った。

粒子除去のための洗浄液（ノニオン系界面活性剤を配合したフッ酸溶液）は脱気膜で脱気処理した超純水で調整され、2 MHz の超音波発振子が配設されたノズルからウエハ表面に流出させた。この時、密閉装置内は約 100 Torr の減圧に保持した。洗浄後の表面の粒子数の測定を行い、これを表 8 にまとめた。密閉減圧装置内で脱気した洗浄液と超音波の効果により、ウエハ表面の粒子は良く除去されている。

比較として、装置をクリーンルーム空気に開放し、溶存空気を除去していない洗浄液を用いる他は本実施例と全く同様にして洗浄を行った。

この場合は、空気が洗浄液中に溶存しているため (O_2 濃度 8 ppm)、超音波照射による気泡生成とそれによる超音波音圧低下があり、超音波による粒子除去効果が低下している。即ち、密閉装置条件は粒子除去のためにも不可欠である。

(表8)

| 測定粒子径 (μm) | 実施例 | 比較例 |
|-------------------------|-----|------|
| 5 < 0. 2 | 4 | 1. 5 |
| 0. 2 ~ 0. 5 | 2 | 7 |
| 0. 5 ~ 1. 0 | 2 | 1. 1 |
| > 1. 0 | 3 | 1. 7 |

| | | |
|----------------------------|-----|---|
| 10 O_2 濃度 (p.p.m) | < 1 | 8 |
|----------------------------|-----|---|

(実施例7)

図7に示すように、2種類の原液、フッ酸 (HF 50%) と過酸化水素 (H₂O₂ 30%) を1.00 : 1.67の比に混合しながら超純水で約100倍に希釀し、洗浄液 (HF 0.50%, H₂O₂ 0.50%) を調製するため、夫々の原液コンテナーとポンプ吸い込み口の間に細管を配設した。

表9に、原液供給に用いた細管の形状を示した。関係式から、用いた細管の流速比は、1.00 : 1.67の比となることが計算される。このような細管を配設して2種類の原液を1台のポンプを用いて超純水流路に注入した。ポンプ注入量／超純水流量を1/100の比に制御し、目的とするHF 0.50%、H₂O₂ 0.50%の洗浄液を供給することが出来た。

(表9)

| 原液 | 細管形状 | | 細管による注入速度 | 洗浄液組成 | |
|----------------------------------|------------|------------|-----------|-------------------------------|------|
| | 半径 r cm | 長さ L cm | | 相対比 | |
| 50%HF | 0.025 | 3.34 | 1.00 | HF | 0.5% |
| 30%H ₂ O ₂ | 0.025 | 2.00 | 1.67 | H ₂ O ₂ | 0.5% |

(実施例 8)

図 10 に示したフッ化水素ガスの注入装置を用い、超純水流路とポンプとの間に設けるサファイア製細管の寸法条件を変えて、フッ化水素ガス導入時の水の侵入を調査した。結果を表 10 に示した。

5 キャピラリー中の水／ガスの流速比が 1.0 以上の時は、液がキャピラリー及び金属ラインに侵入する。また、水／ガスの流速比が 1.0 以下、確実には 0.5 以下のキャピラリーの採用により連続瞬間溶解が実施できることが明らかである。即ち、フッ化水素ガス速度とノズル水圧に対応する侵入の生じないキャピラリー寸法条件（内径・長さ）がある。

10 例として、フッ化水素ガス供給速度 400 mL/min 、超純水ノズル流量 1.0 L/min （ノズル水圧 $0.1 - 0.2 \text{ kg/cm}^2$ ）のとき、内径 1 mm 、長さ 100 mm のサファイアキャピラリーを用いて液侵入なしにフッ化水素ガスを瞬間溶解させ、HF 濃度 0.5% の希フッ化水素酸を連続的に流出させることができた。

(表 10)

| キャピラリーの 水／ガスの流速比 | 0.25 | 0.50 | 0.75 | 1.00 | 1.25 | 1.50 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|
| キャピラリー 20 への液侵入 | 無 | 無 | 無※ | 無-有 | 有 | 有 |

無・有：液侵入の有無のボーダーライン、

無※：フッ化水素ガス供給速度とノズル水圧の変動による「水／ガス流速比」条件の変化により、場合によりキャピラリー内に液侵入が認められる。

25 (実施例 9)

図 11 に、シリコンウェハ洗浄装置である本発明の構成を例示した。(a) は正面図、(b) は上面図である。

装置はウェハを周辺支持して回転させる回転装置、ウェハの上下に超音波発振子を配設した固定の表面ノズルと裏面ノズル、そのノズルへの洗浄液供給装置からなる。

30 回転装置、洗浄液供給装置は、ウェハ支持機構の下側におおよそウェハの投影面積の範

囲内に収容されている。洗浄液供給装置と小容量の薬液コンテナーを細管で接続する以外には、薬液貯蔵、希釈、調合、配管輸送、循環濾過、ポンプ供給等の設備は一切不要である。

図11 (b) に示したように、本洗浄装置はロードロックを介してウエハ前処理装置と直結することが可能であり、製造・加工と洗浄・乾燥を完全に一体化することを実現した。

(実施例10)

超純水流路に細管を介して薬液原液を注入する図4 (b) の系において、細管404' とポンプ405を樹脂性チューブで接続し、このチューブの外側から微小体積においてチューブを圧迫するソレノイド（プランジャー型電磁石装置）を設置した。該ソレノイドはポンプ駆動電気回路に接続され、ポンプ駆動の間は樹脂性チューブを圧迫する。圧迫体積は、細管404' が内径0.25mm、長さ10mm、内容積0.0005mlのとき、約0.001mlになる程度に調節した。

ポンプが停止時ソレノイドによる圧迫が解除され、チューブ体積の復元により、細管内に超純水が引き込まれることにより、薬液の超純水流路への拡散は著しく防止でき、その結果、一層応答の速い洗浄液の切り替えが可能となった。

産業上の利用可能性

本発明の洗浄装置により、ウエハスピンドル回転系・超音波発振系・ウエハ表裏洗浄系・ウエハ乾燥系・薬液調合供給系などの小型化が可能となり、ウエハ直徑の約2倍程度を一辺とする設置面積内に、ウエハ洗浄に必要な総ての装置を小スペースに収納することができる。

また、本発明をLCD洗浄装置に適用する場合は、基板と洗浄液供給手段のいずれか一つを一方向に移動させる手段を用ることにより、高清浄化を効果的に達成でき、しかもLCD洗浄に必要な全ての装置等をLCDの面積以下の面積内に収納することができる。

この結果、種々のウエハ処理装置すなわち酸化・拡散、エピ成膜、シリサイド形成、薄膜形成、イオン注入、ドライエッチングおよび熱処理装置等とロードロックを介して洗浄装置を直結でき、即ち、ウエハ処理とウエハ洗浄を空間的に一体化せしめることが可能となるため、ウエハ搬送等におけるウエハの汚染を防止して、ウエハを常に高清浄に保つことができ、一層の高集積化、高性能化デバイスの製造が可能となる。

請求の範囲

1. 所望の濃度に調整された洗浄液を基板の表裏両面に同時に供給する洗浄液供給手段と、該洗浄液を介して前記基板に超音波又は0.5 MHz 以上 の高周波音波を重畠する手段と、前記基板を回転させる手段又は前記基板及び前記洗浄液供給手段のいずれか1つを一方向に移動させる手段とを有し、基板の洗浄液による洗浄を行えることを特徴とする洗浄装置。
2. 超純水流路に洗浄液の原液又は原ガスを注入して所望の濃度の洗浄液とする洗浄原液注入手段と、前記超純水流路に連結され、所望の濃度に調整された洗浄液又は超純水を基板の表裏両面に同時に供給する洗浄液供給手段と、該洗浄液を介して前記基板に超音波又は0.5 MHz 以上 の高周波音波を重畠する手段と、前記基板を回転させる手段又は前記基板及び前記洗浄液供給手段のいずれか1つを一方向に移動させる手段とを有し、前記超純水流路への前記原液又は原ガスの注入を制御することにより、基板の洗浄液による洗浄と超純水による洗浄とを連続して行えることを特徴とする洗浄装置。
3. 少なくとも前記基板及び洗浄液供給手段は密閉容器内に配置され、外部雰囲気から遮断された不活性ガスの雰囲気中で基板を洗浄することを特徴とする請求項1に記載の洗浄装置。
4. 前記超純水は、脱気処理され、かつ溶存ガス種濃度を制御されたものであることを特徴とする請求項2又は3に記載の洗浄装置。
5. 前記洗浄液供給手段は、前記基板の中心と外周との間を移動するノズル、あるいは中心から外周方向にわたる線状の固定ノズルを用いて基板の表裏面に同時に洗浄液を供給することを特徴とする請求項2～4のいずれか1項に記載の洗浄装置。
6. 前記超音波又は0.5 MHz 以上 の高周波音波を重畠する手段は、前記基板の表裏面の一方側あるいは重ならない位置の両面側に配置される前記ノズルに基板方向に超音波又は0.5 MHz 以上 の高周波音波を照射する発振子が設置されることを特徴とする請求項5に記載の洗浄装置。
7. 前記超音波又は0.5 MHz 以上 の高周波音波を基板の一方側から照射する場合、前記超音波又は0.5 MHz 以上 の高周波音波の前記基板への入射角度は、前記基板の超音波又は0.5 MHz 以上 の高周波音波の入射側表面とは反対側の表面における音圧が30略々最大となるように設定したことを特徴とする請求項6に記載の洗浄装置。

8. 前記洗浄原液注入手段は、前記超純水流路に連結されたポンプ及び洗浄液の原液コンテナー又は原ガスコンテナーとからなり、前記超純水流路に所定量の原液又は原ガスを注入し、所定の濃度の洗浄液として前記ノズルに供給することを特徴とする請求項5に記載の洗浄装置。

5 9. 前記ポンプと前記超純水流路との間に、下記(1)及び(2)の関係を満たす形状の細管が配設され、洗浄液の原液が該細管から前記超純水流路内部に噴出されることにより、注入する原液と超純水を瞬間混合させることを特徴とする請求項8に記載の洗浄装置。

$$V/t = (\pi r^4 \cdot P \cdot G) / (8 \eta \cdot L) \quad (1)$$

$$10 \quad k \cdot c \cdot \pi r^2 / L < 1 \times 10^{-7} \text{ g/sec} \quad (2)$$

(ここで、 V/t : 単位時間当たりの原液注入量(cm^3/sec)、 r : 細管の半径(cm)、 L : 細管の長さ(cm)、 η : 液体粘度($\text{g}/(\text{cm sec})$)、 P : ポンプ注入圧 (g/cm^2)、 G : 重力の加速度(cm/sec^2)、 k : 拡散定数(cm^2/sec)、 c : 洗浄液成分濃度 (g/cm^3))

10. 前記ポンプに前記 r^4/L が複数の異なる細管を介して複数の原液コンテナが連結され、前記 r^4/L を設定することにより前記ポンプに吸い込む各原液の供給量を制御し、任意の組成の原液を前記超純水流路に注入することを特徴とする請求項9に記載の洗浄装置。

11. 前記ポンプは、原液吸引部及び排出部に連通したシリング部内に設けられたピストン部材をモータを用いた一次元送り機構により移動させて前記原液又は原ガスを吸引し排出することを特徴とする請求項8～10のいずれか1項に記載の洗浄装置。

12. 前記洗浄原液注入手段は、フッ化水素ガスを前記超純水流路に注入し、所望の濃度の希フッ酸洗浄液を調整する手段であって、無水フッ化水素充填容器が、ポンプ、フッ化水素ガスとバージガスとの切り替えバルブ及び細管を介して前記超純水供給流路に連結され、該細管中の水流速/フッ化水素ガス流速比を0.5以下とすることを特徴とする請求項2に記載の洗浄装置。

13. 前記洗浄原液注入手段は、オゾンガスを前記超純水流路に注入し、所望の濃度のオゾン水洗浄液を調整する手段であって、該超純水流路がバルブを介して容器に接続され、該容器に設けられた超純水排出配管は前記洗浄液供給手段に連結され、前記容器の下部及び上部にオゾンガス導入口及び排出口が設けられ、該オゾンガス導入口はオゾンガス源に、該オゾンガス排出口は直接あるいはバルブを介してエジェクタに連結されているこ

とを特徴とする請求項2に記載の洗浄装置。

14. 前記原液又は原ガスは、フッ化水素酸、オゾン、過酸化水素、又はフッ化水素ガスを含むものであることを特徴とする請求項2～13のいずれか1項に記載の洗浄装置。

15. 前記基板の端部を支持する部材、前記ノズルの部材、前記発振子を前記洗浄液から遮蔽する部材、前記ポンプ又は細管において、前記洗浄液又はその原液あるいは原ガスと接触する部分は、石英、シリコン、炭化珪素、アルミナ、サファイヤ、アモルファスカーボン、又は酸化膜若しくはフッ化膜により表面を不動態化した金属、又はフッ素樹脂その他の耐食性樹脂であることを特徴とする請求項2～12のいずれかに記載の洗浄装置。

16. 請求項1～15のいずれか1項に記載の洗浄装置を用いて、

1) 基板の表裏両面にオゾン含有超純水を供給して基板を洗浄する工程と、

2) 界面活性剤、フッ化水素酸及び過酸化水素を含む超純水を基板の表裏両面供給して基板を洗浄する工程と、

3) 再びオゾン含有超純水を基板の表裏面に供給して界面活性剤を除去する工程と、

15 4) 希フッ化水素酸を基板の表面あるいは表裏両面に供給して基板を洗浄する工程と、

5) 超純水を基板の表面あるいは表裏面に供給して希フッ化水素酸洗浄後の基板の表面を洗浄する工程と、

6) 窒素又はその他の不活性ガスを基板の少なくとも表面に吹き付けて乾燥する工程と、

20 を少なくとも含む洗浄方法であって、前記乾燥する工程までの工程において、基板表裏面には常に洗浄液又は超純水が供給されており、また必要に応じ基板に超音波又は0.5MHz以上の高周波音波を照射することを特徴とする洗浄方法。

Fig. 1

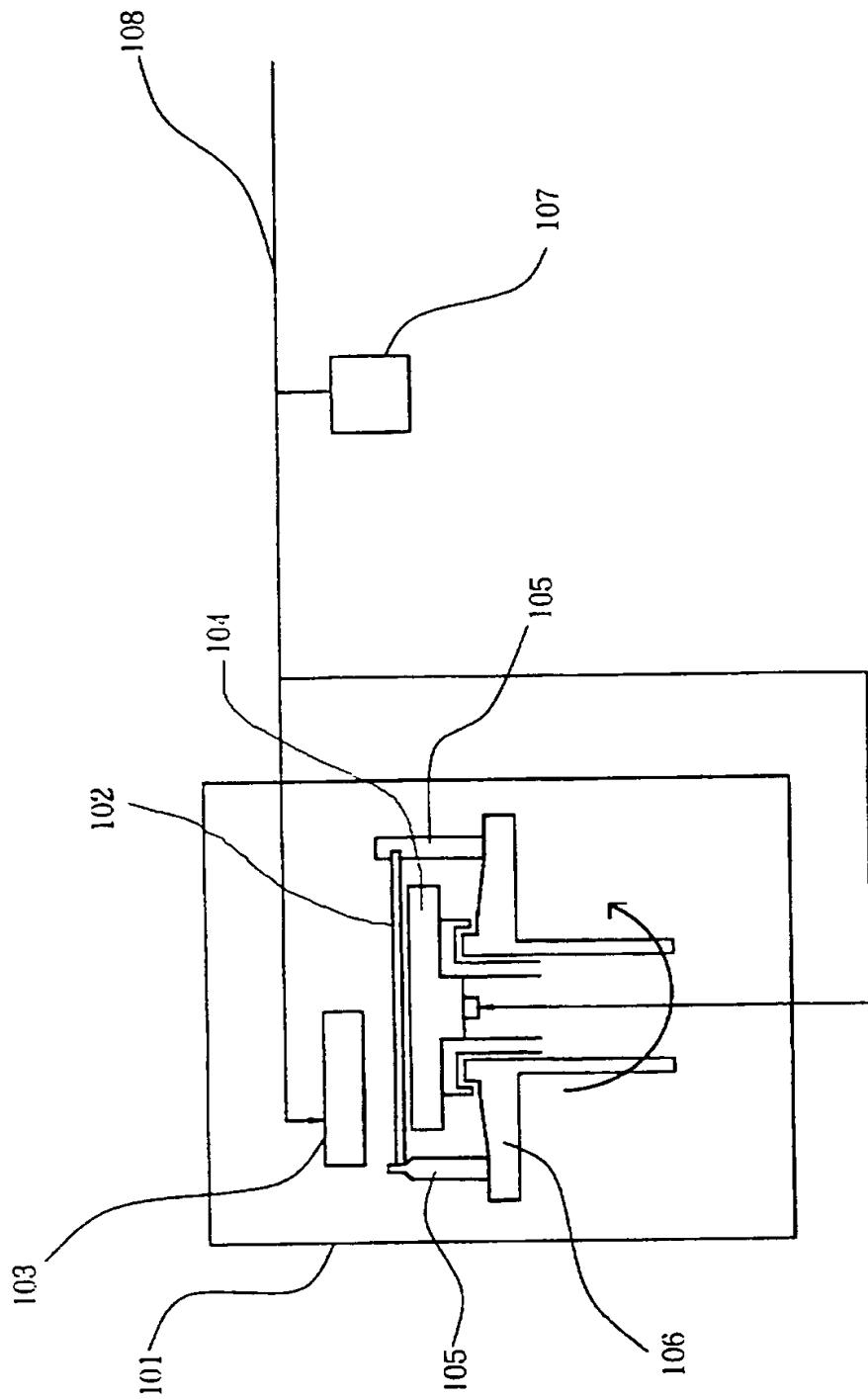


Fig. 2

2/8

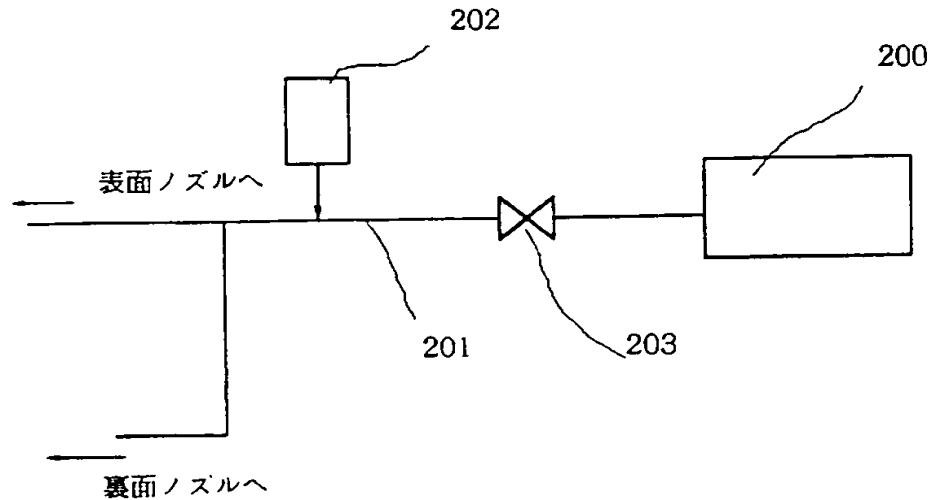


Fig. 3

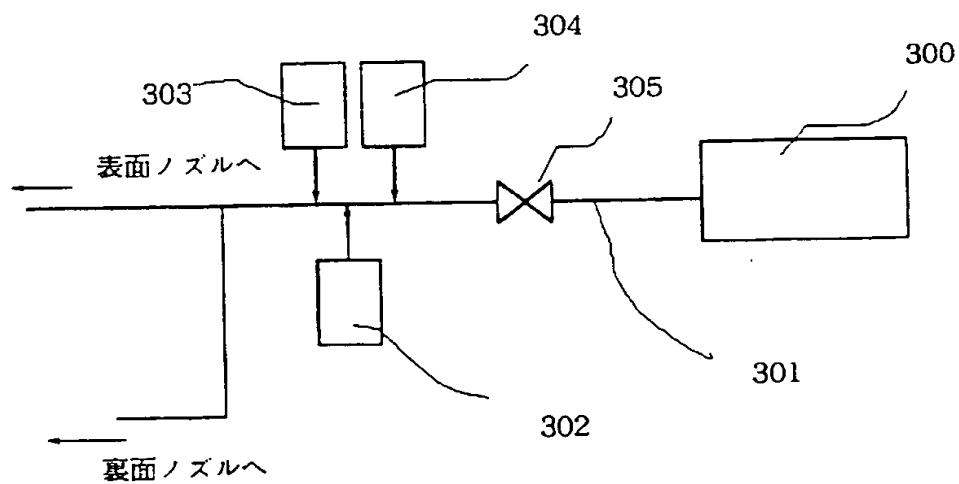


Fig. 4

3/8

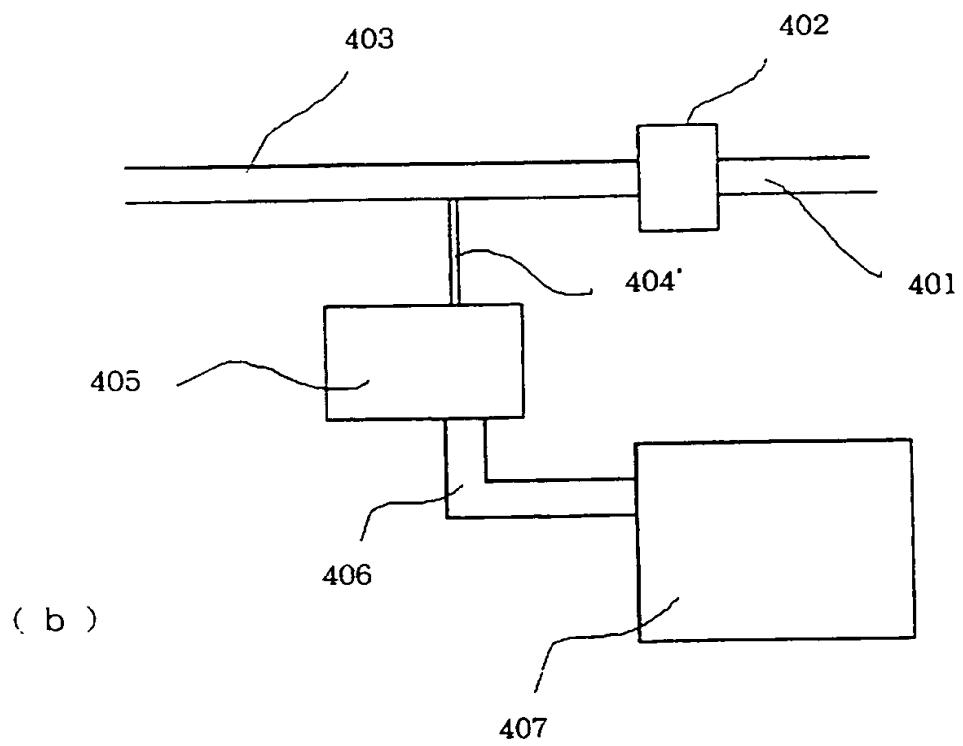
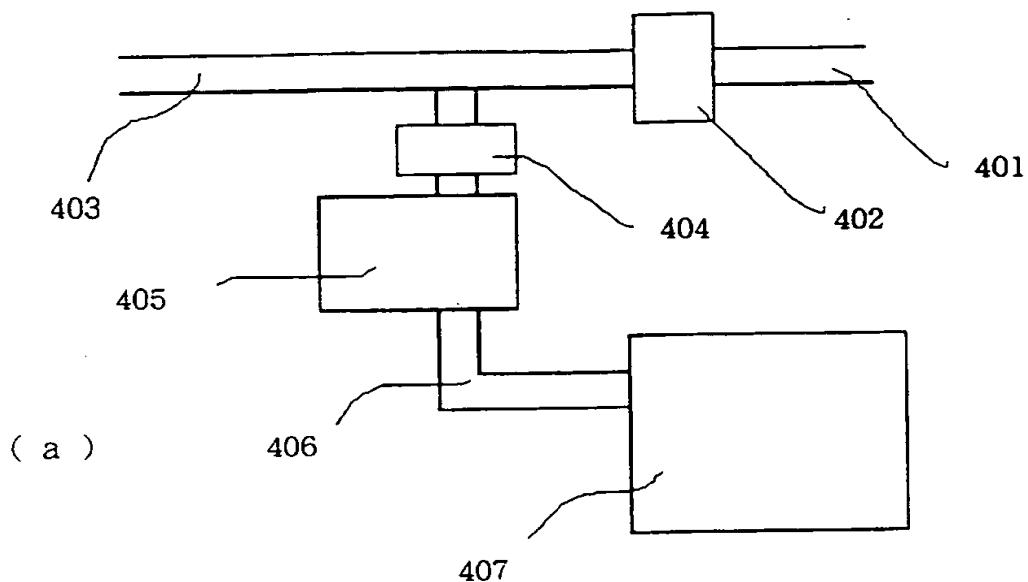


Fig. 5

4/8

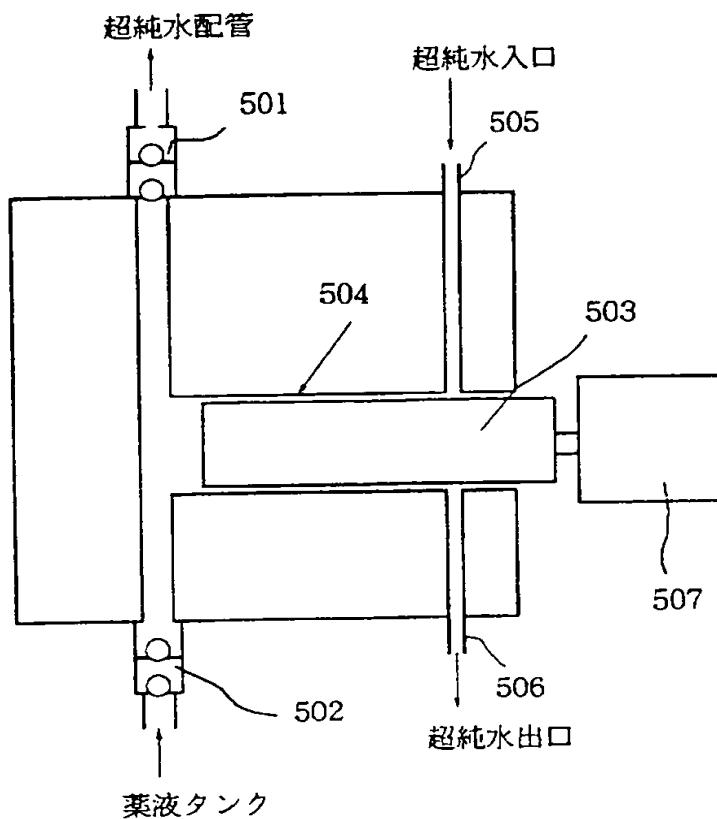


Fig. 6

5/8

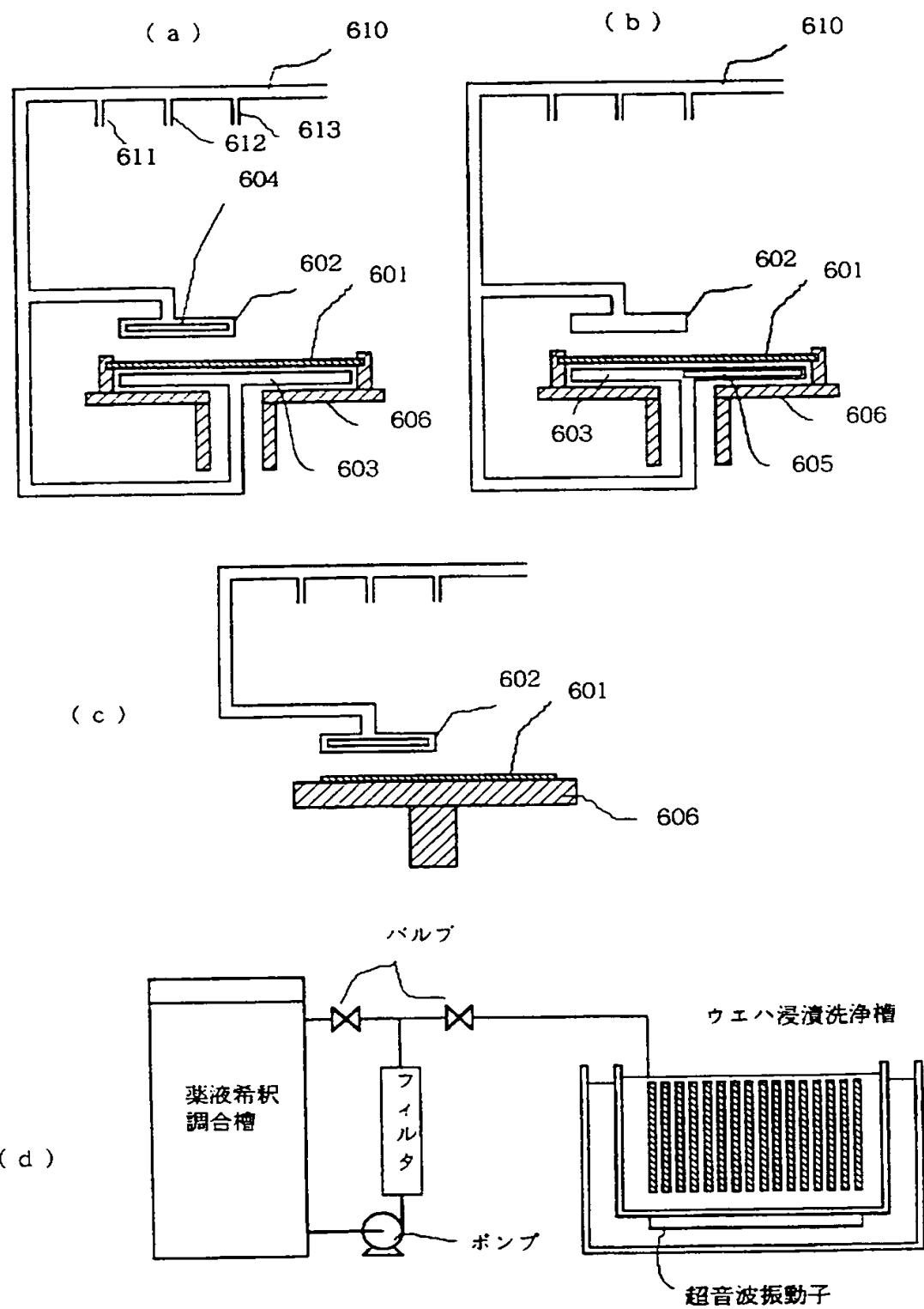


Fig. 7

6/8

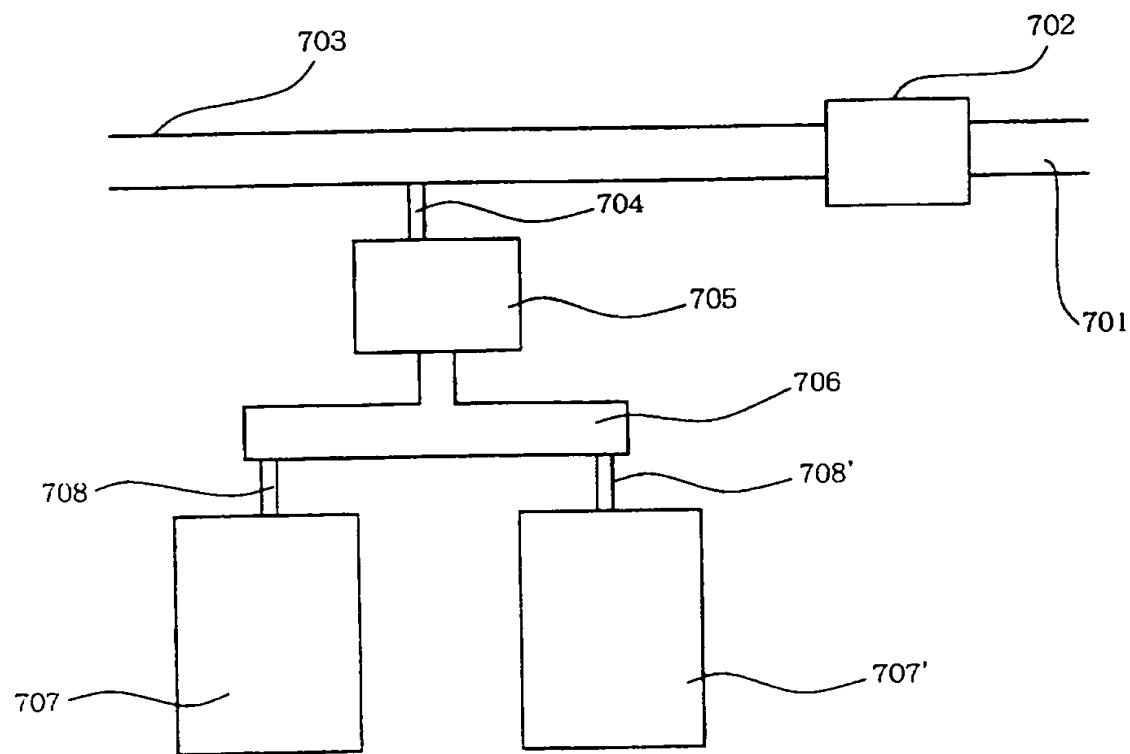


Fig. 8

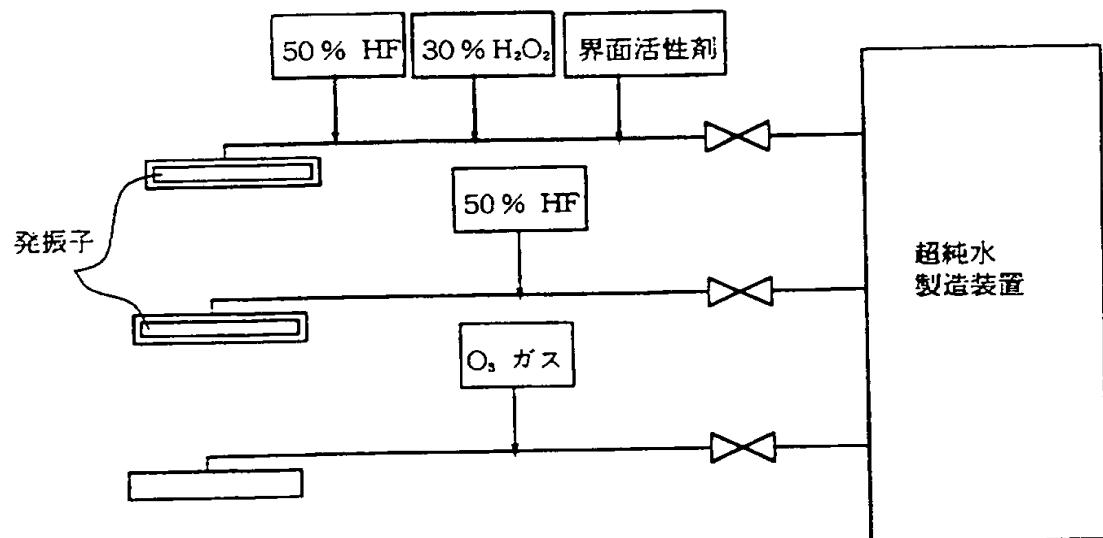


Fig. 9

7/8

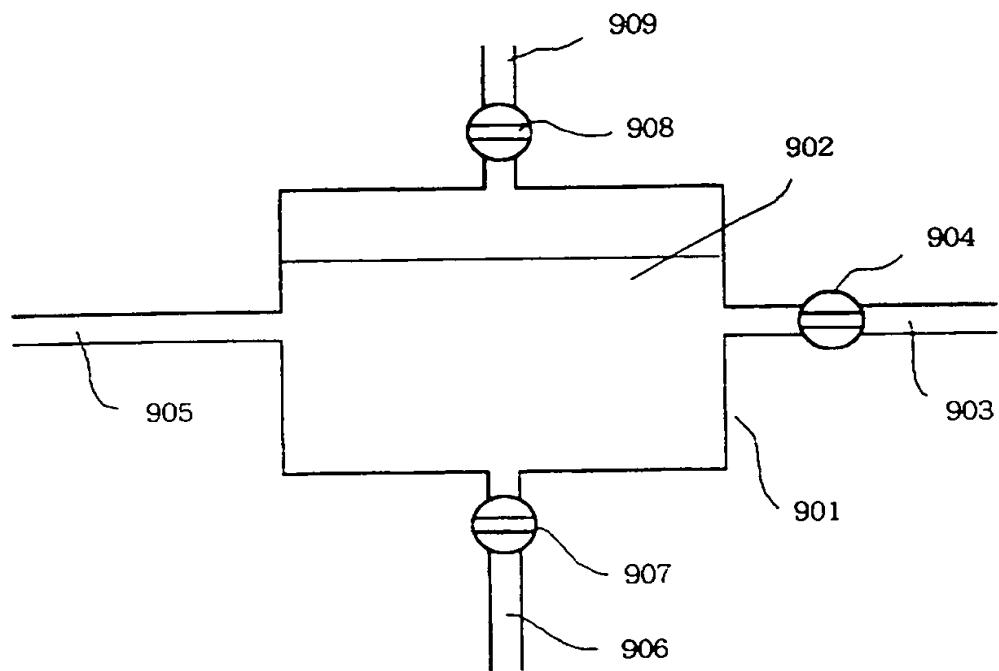


Fig. 10

8/8

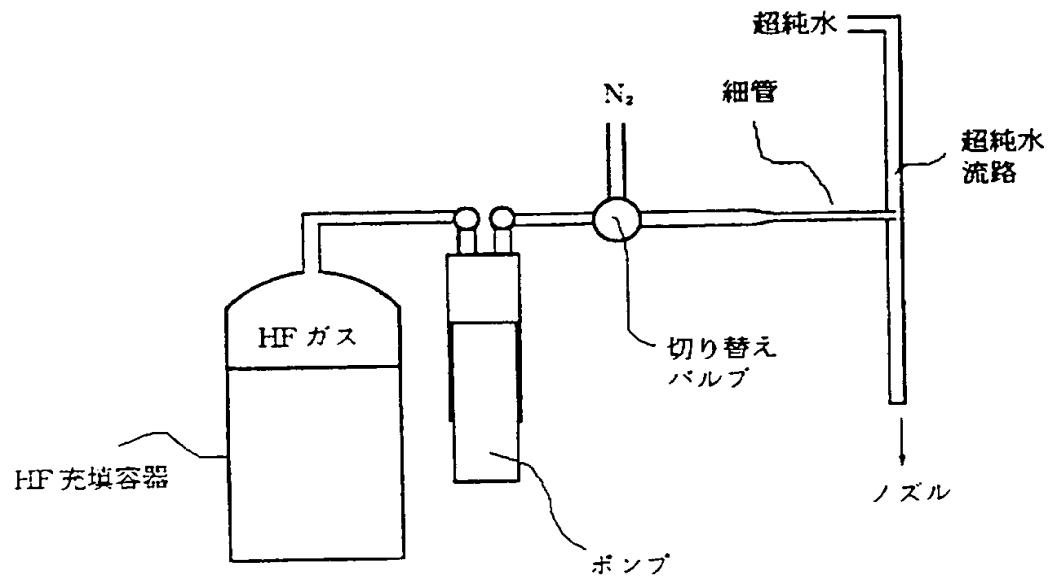
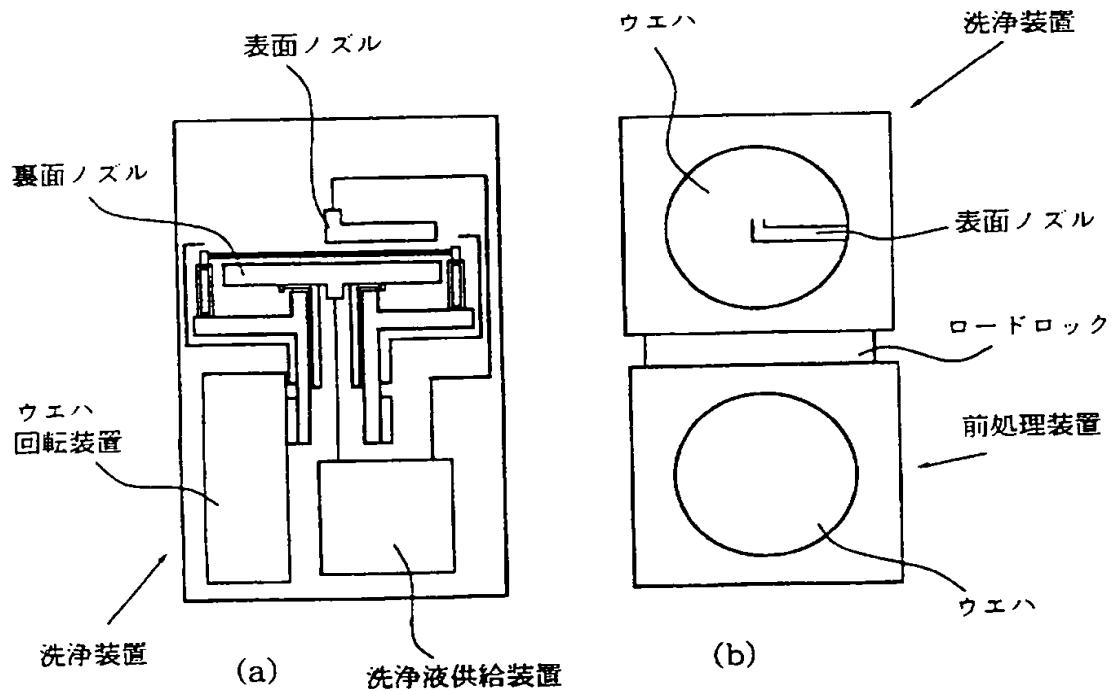


Fig. 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/02311

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ H01L21/304, 351, H01L21/304, 341

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁶ H01L21/304, 351, H01L21/304, 341

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | |
|---------------------------|-------------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1972 - 1995 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1972 - 1995 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X | JP, 1-259536, A (Hitachi, Ltd.), October 17, 1989 (17. 10. 89), Page 3, upper left column, line 18 to page 4, upper left column, line 5 (Family: none) | 1 |
| X | JP, 2-246115, A (Hitachi, Ltd.), October 1, 1990 (01. 10. 90), Page 4, upper left column, line 8 to page 7, lower left column, line 20 (Family: none) | 1 |
| Y | JP, 1-259536, A (Hitachi, Ltd.), October 17, 1989 (17. 10. 89), Page 3, upper left column, line 18 to page 4, upper left column, line 5 (Family: none) | 2 - 16 |
| Y | JP, 2-246115, A (Hitachi, Ltd.), October 1, 1990 (01. 10. 90), Page 4, upper left column, line 8 to page 7, lower left column, line 20 (Family: none) | 2 - 16 |
| Y | JP, 4-92422, A (Seiko Epson Corp.), | 2 - 16 |

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

September 29, 1997 (29. 09. 97)

Date of mailing of the international search report

October 14, 1997 (14. 10. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/02311

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| | March 25, 1992 (25. 03. 92), Page 2, lower left column, line 1 to lower right column, line 14 (Family: none) | |
| Y | JP, 7-14817, A (Tadahiro Omi), January 17, 1995 (17. 01. 95) & US, 5487398, A | 2 - 16 |
| Y | JP, 7-66164, A (SPC Electronics Corp.), March 10, 1995 (10. 03. 95), Column 2, line 14 to column 3, line 28 (Family: none) | 5 |
| A | JP, 8-55831, A (Sony Corp.), February 27, 1996 (27. 02. 96), Column 6, lines 41 to 50 (Family: none) | 15 |

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP97/02311

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. Cl⁶H01L21/304, 351
H01L21/304, 341

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. Cl⁶H01L21/304, 351
H01L21/304, 341

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報

1972-1995年

日本国公開実用新案公報

1972-1995年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| X | J P. 1-259536, A (株式会社日立製作所)、 17. 10月. 1989 (17. 10. 89)、 第3頁左上欄18行-第4頁左上欄5行 (ファミリーなし) | 1 |
| X | J P. 2-246115, A (株式会社日立製作所)、 01. 10月. 1990 (01. 10. 90)、 第4頁左上欄8行-第7頁左下欄20行 (ファミリーなし) | 1 |
| Y | J P. 1-259536, A (株式会社日立製作所)、 17. 10月. 1989 (17. 10. 89)、 第3頁左上欄18行-第4頁左上欄5行 (ファミリーなし) | 2-16 |

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)。

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29. 09. 97

国際調査報告の発送日

14.10.97

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

岩本 勉

4M 9355

印

電話番号 03-3581-1101 内線 3463

| C (続き) 関連すると認められる文献 | | 関連する 請求の範囲の番号 |
|---------------------|---|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | |
| Y | JP, 2-246115, A (株式会社日立製作所)、 01. 10月. 1990 (01. 10. 90)、 第4頁左上欄8行-第7頁左下欄20行 (ファミリーなし) | 2-16 |
| Y | JP, 4-92422, A (セイコーホームズ株式会社)、 25. 3月. 1992 (25. 03. 92)、 第2頁左下欄1行-同頁右下欄14行 (ファミリーなし) | 2-16 |
| Y | JP, 7-14817, A (大見忠弘)、 17. 1月. 1995 (17. 01. 95)、 &US, 5487398, A | 2-16 |
| Y | JP, 7-66164, A (島田理化工業株式会社)、 10. 3月. 1995 (10. 03. 95)、 第2欄14行-第3欄28行 (ファミリーなし) | 5 |
| A | JP, 8-55831, A (ソニー株式会社)、 27. 2月. 1996 (27. 02. 96)、 第6欄41-50行 (ファミリーなし) | 15 |

